

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-254120

(P2000-254120A)

(43) 公開日 平成12年9月19日 (2000.9.19)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 8/00

識別記号

F I

A 6 1 B 8/00

特許庁 (参考)

4 C 3 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-65532

(22) 出願日 平成11年3月11日 (1999.3.11)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 平間 信

栃木県大田原市下石上1385番の1 株式会社東芝那須工場内

(74) 代理人 100083806

弁理士 三好 秀和 (外7名)

Fターム (参考) 4C301 A402 B613 B623 B624 E615

E617 G610 H007 H027 H037

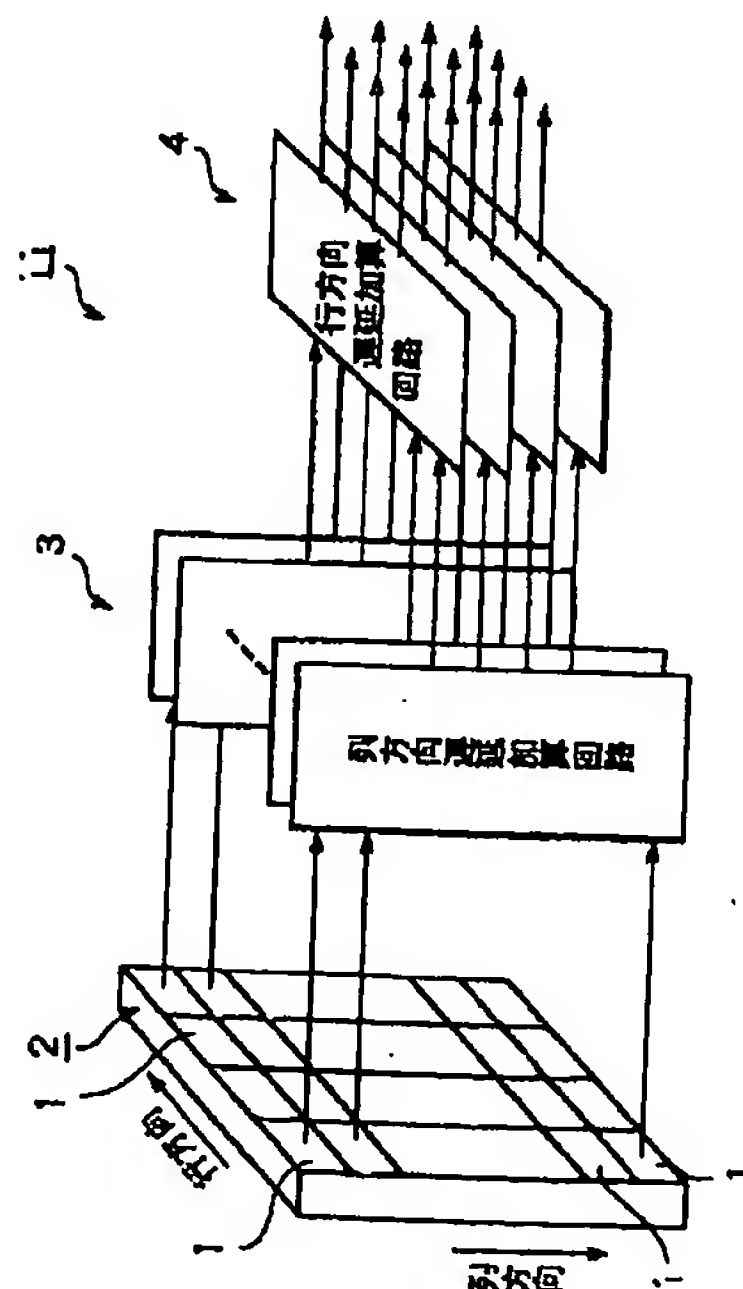
H038 H042 K016

(54) 【発明の名称】 3次元超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】 3次元超音波診断装置に必要な遅延回路の数を削減する。

【解決手段】 2次元アレイプローブ1の各微小振動子2で検出された信号に対して、列方向遅延加算回路3が、列方向の遅延加算処理を列方向並列同時受信処理を含めて行う。こうして得られた時系列信号群 (列方向素子数×並列同時受信チャンネル数) に対して、行方向遅延加算回路4が、行方向の遅延加算処理を行方向並列同時受信処理を含めて行う。これにより、遅延加算処理数は、例えば行方向及び列方向の微小振動子の数をそれぞれ32個、行方向及び列方向の並列同時受信チャンネル数をそれぞれ4チャンネルとした場合、従来、 $32 \times 32 \times 4 \times 4 = 16384$ 個必要としていた遅延回路を、当該3次元超音波診断装置では、 $32 \times 4 (32 + 4) = 4608$ 個に削減することができ、必要な遅延回路の数を従来の約1/4に削減することができる。



(2) 000-254120 (P2000-254120A)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 2次元的に配列された複数の超音波振動子により3次元的な超音波走査を行い、該各超音波振動子で受波された反射波に対応する受信信号を形成する3次元超音波走査手段と、

前記3次元超音波走査手段の全超音波振動子からの受信信号群を、所定の一定の部分的な受信信号群に分割し、この分割した部分的な受信信号群毎に遅延加算処理を施す第1の遅延加算手段と、

前記第1の遅延加算手段からの複数の遅延加算信号に遅延加算処理を施す第2の遅延加算手段と、

前記遅延加算手段からの前記遅延加算処理により形成された受信情報に基づいて超音波画像を形成する画像処理手段とを有することを特徴とする3次元超音波診断装置。

【請求項2】 前記遅延加算手段は、前記3次元超音波走査手段の全超音波振動子からの受信信号群を、行方向及び列方向の受信信号群に分割してそれぞれ遅延加算処理を施すことを特徴とする請求項1記載の3次元超音波診断装置。

【請求項3】 前記遅延加算手段は、1回の超音波送信に対応する前記受信信号から、複数方向に対応する遅延加算信号を得るものであることを特徴とする請求項1又は請求項2記載の3次元超音波診断装置。

【請求項4】 2次元的に配列された複数の超音波振動子により3次元的な超音波走査を行い、該超音波振動子で受波された反射波に対応する受信信号を形成する3次元超音波走査手段と、

前記超音波振動子の所定の部分領域毎に前記受信信号に遅延処理を施し、遅延後の信号を加算し、前記超音波振動子の受信チャンネル数より少ないチャンネル数の遅延加算信号を求める第1の遅延加算手段と、

前記第1の遅延加算手段の出力する複数チャンネルの遅延加算信号に遅延処理を施し、遅延後の信号を加算し、複数方向にそれぞれ対応する複数の遅延加算信号を求める第2の遅延加算手段と、

前記第2の遅延加算手段からの遅延加算信号に基づいて、超音波画像を形成する画像処理手段とを備えることを特徴とする3次元超音波診断装置。

【請求項5】 前記第1の遅延加算手段は、遅延加算される素子群の合成超音波指向性が、並列同時受信されるそれぞれの走査方向と略々平行となるように、各超音波振動子の受信信号に対する遅延時間が設定されており、前記第2の遅延加算手段は、それぞれ対応する走査線に一致するように遅延時間が設定されていることを特徴とする請求項4記載の3次元超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、超音波ビームを3次元的に走査して生体内の3次元画像を得る3次元超音

波診断装置に関し、特に、並列同時受信処理を行うのに必要な遅延回路の数の削減を図った3次元超音波診断装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、生体の2次元断層像を得る超音波診断装置が知られている。この超音波診断装置は、図4に示すように複数の微小振動子100を一列状に配列した1次元アレイプローブ101を有している。超音波ビームの送信時には、各微小振動子100毎にそれぞれ設けられた遅延回路を介して送信信号が供給されることで、該各微小振動子100が駆動され超音波ビームの送波が行われる。各遅延回路の遅延時間を可変することで、図4に実線及び点線で示すように超音波ビームのビーム方向を変更可能となっており、該各遅延回路の遅延時間を逐次変えながら超音波ビームを走査するようになっている。

【0003】 一方、超音波ビームの受信時には、前記焦点Fから反射する反射波を各微小振動子100でそれぞれ検出し、図5に示す遅延回路102により各検出信号に対して所定時間の遅延処理を施すことで、焦点Fに対応する各検出信号の位相合わせを行い、これらを加算回路103でそれぞれ加算処理することで受信信号を形成して画像処理回路に供給する。画像処理回路は、この受信信号に所定の画像処理を施すことで2次元断層像を再構成し表示部に表示する。これにより、生体の2次元断層像を得ることができる。このような超音波診断装置は、反射波を同時に受信する微小振動子100の数だけ遅延回路102を必要とする。

【0004】 次に、超音波診断装置は実時間で超音波画像を表示する、いわゆるリアルタイム表示が可能となっているのであるが、このリアルタイム表示の実時間性の向上を図る手法として、一回の超音波ビームの送信で複数以上の走査線情報を得る「並列同時受信処理」という手法が知られている。これは、送信する超音波ビーム内に複数の走査線を設定し、その走査線に沿った複数の受信信号を形成し、同時に複数の走査線上の画像を得る手法である。

【0005】 具体的には、図6に示すように1つの受信チャンネル105に複数の遅延回路102を設け、それぞれ位相の異なる複数の検出信号を形成する。そして、この各受信チャンネル105の各遅延回路102からの検出信号のうち、同じ位相の検出信号同士を加算回路103で加算処理することで複数の受信信号を形成し、この各受信信号に基づいて再構成を行うことにより、同時に複数の走査線上の画像を得るようになっている。

【0006】 このような並列同時受信処理を行う場合は、受信チャンネル数×並列同時受信チャンネル数分の遅延回路を必要とする。一般的に、超音波診断装置の受信チャンネル数は100チャンネル程度で、並列同時受信チャンネル数は4チャンネル程度であるため、必要と

する遅延回路は、100チャンネル×4チャンネル=400個程度となる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ここで、近年において3次元超音波診断装置が注目を集めている。この3次元超音波診断装置は、複数の微小振動子を一列状に配列してなる超音波素子列を複数列分有する2次元アレイプロープを用いて3次元的な超音波ビームの走査を行い、生体の3次元画像を得るようになってきている。このような3次元超音波診断装置は、1000素子を超える微小振動子から出力される検出信号を処理する必要があるうえ、3次元走査を行うための走査線の数が増大になる。このため、実時間性の維持に（リアルタイム表示を行うために）1回の送信で複数の走査線画像を得る前記「並列同時受信処理」が必要となる。

【0008】すなわち、この3次元超音波診断装置において「並列同時受信処理」を行う場合、微小振動子の素子数×並列同時受信チャンネル数分の遅延回路が必要になる。具体的には、超音波ビームの3次元走査には、アーチファクトを低減するために少なくとも32チャンネル×32チャンネルの受信チャンネルを必要とする。また、並列同時受信チャンネル数は、4チャンネル×4チャンネルとなる。このため、3次元超音波診断装置には、32チャンネル×32チャンネル×4チャンネル×4チャンネル=16384個という膨大な数の遅延回路が必要となり、装置の製造コストが高くなるうえ、その消費電力も膨大なものとなる問題があった。

【0009】本発明は、上述の課題に鑑みてなされたものであり、3次元画像のリアルタイム表示を行うために用いる並列同時受信処理に必要な遅延回路数を低減して装置の製造コスト及び消費電力を低く抑えることができるような3次元超音波診断の提供を目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明に係る3次元超音波診断装置は、上述の課題を解決するための手段として、2次元的に配列された複数の超音波振動子により3次元的な超音波走査を行い、該各超音波振動子で受波された反射波に対応する受信信号を形成する3次元超音波走査手段と、前記3次元超音波走査手段の全超音波振動子からの受信信号群を、所定の一定の部分的な受信信号群に分割し、この分割した部分的な受信信号群毎に遅延加算処理を施す第1の遅延加算手段と、前記第1の遅延加算手段からの複数の遅延加算信号に遅延加算処理を施す第2の遅延加算手段と、前記遅延加算手段からの前記遅延加算処理により形成された受信情報に基づいて超音波画像を形成する画像処理手段とを有する。

【0011】このような3次元超音波診断装置は、遅延加算手段により、3次元超音波走査手段の全超音波振動子からの受信信号群を、所定の一定の部分的な受信信号群に分割し、この分割した部分的な受信信号群毎に

遅延加算処理を施す。これにより、前記部分的な受信信号群に遅延加算処理を施すこととなるため、必要とする遅延手段の数を削減することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】〔第1の実施の形態〕本発明の第1の実施の形態となる3次元超音波診断装置は、図1に示すように複数の微小振動子1を行方向及び列方向に2次元的に配列してなる2次元アレイプロープ2と、この2次元アレイプロープ2の各微小振動子1により検出された超音波の反射波の検出信号のうち、列方向の微小振動子1からの検出信号に対して列方向の並列同時受信処理を含めた遅延加算処理を行い時系列信号群（列方向素子数×並列同時受信チャンネル数）を形成する列方向遅延加算回路3と、この列方向遅延加算回路3により形成された時系列信号群に対して、行方向の並列同時受信処理を含めた遅延加算処理を行い、超音波の3次元走査に基づく受信信号を形成する行方向遅延加算回路4とを有している。

【0013】列方向の同時受信チャンネル数Kは、1列の超音波振動子において信号の受信処理を行う素子数Mより少なく設定されている。また、行方向の同時受信チャンネル数Lは、1行の超音波振動子において信号の受信処理を行う素子数Nより少なく設定されている。

【0014】列方向遅延加算回路は、一列の超音波振動子から出力されるNチャンネルの信号を、列方向の同時受信チャンネル数Kの遅延加算信号に変換するユニットを、列数分備えている。また、列方向遅延加算回路は、側方から見た（視線方向を行方向と平行にして見た）ときの走査方向を決定するものであり、側方から見た走査方向が同時受信する複数のチャンネルの走査方向と一致するように各超音波振動子からの受信信号に対する遅延時間が設定されている。

【0015】行方向遅延加算回路は、上方から見た（視線方向を列方向と平行にして見た）ときの走査方向を決定するものであり、上方から見た走査方向が同時受信する複数のチャンネルの走査方向に一致するように各列方向遅延加算回路からの遅延加算信号に対する遅延時間が設定されている。

【0016】この3次元超音波診断装置の全体的な構成は、図2に示すようになっており、2次元アレイプロープ2の各微小振動子1からの検出信号を取り込むパルサレーバ10と、前述の列方向遅延加算回路3及び行方向遅延加算回路4からなる遅延加算回路11と、遅延加算回路11からの受信信号に基づいて、3次元画像を形成する画像処理ユニット12と、画像処理ユニット12で形成された3次元画像を表示する例えば陰極線管（CRT）や液晶表示部（LCD）等の表示装置13とを有している。

【0017】次に、このような構成を有する当該第1の実施の形態の3次元超音波診断装置の動作説明をする。

(4) 000-254120 (P2000-254120A)

まず、図2において、生体の3次元画像の収集が開始されると、2次元アレイアローブ2の各微小振動子1に対してそれぞれ送信パルスが供給され、各微小振動子1から3次元的にいわばボックス状の超音波ビームが出射される。これにより、生体内からの超音波ビームの反射波が生じ、前記2次元アレイアローブ2の各微小振動子1でそれぞれ検出される。パルサレーバ10は、この各微小振動子1でそれぞれ検出された前記反射波の検出信号を取り込みこれらを遅延加算回路11に供給する。

【0018】次に、図1において、列方向遅延加算回路3及び行方向遅延加算回路4からなる遅延加算回路11は、まず、列方向遅延加算回路3により、2次元アレイアローブ2の各微小振動子1からの検出信号のうち、列方向の各微小振動子1により検出された検出信号に対して並列同時受信処理を含めた遅延加算処理を行い時系列信号群を形成する。

【0019】すなわち、列方向の微小振動子の素子数を「M」、列方向の並列同時受信チャンネル数を「K」、行方向の微小振動子の素子数を「N」とすると、列方向遅延加算回路3は、1列あたり「 $M \times K$ 」回の素子遅延処理を行い、信号数が「 $N \times K$ 」個の時系列信号群を形成することとなる。従って、この列方向遅延加算回路3が必要とする遅延回路の数は「 $M \times K \times N$ 」個となる。

【0020】次に、遅延加算回路11は、行方向遅延加算回路4により、列方向遅延加算回路3で形成された時系列信号群に対して、行方向の並列同時受信処理を含めた遅延加算処理を行い、2次元アレイアローブ2の3次元走査に基づく受信信号を形成し、これを図2に示す画像処理ユニット12に供給する。この行方向遅延加算回路4が必要とする遅延回路の数は、行方向の並列同時受信チャンネル数を「L」とすると、前記列方向遅延加算回路3からの「 $N \times K$ 」個の検出信号に対して該行方向の遅延加算処理を行うため「 $N \times K \times L$ 」個となり、該行方向遅延加算回路4は、「 $K \times L$ 」個の受信信号を形成して出力することとなる。

【0021】このように、2次元アレイアローブ2の各微小振動子1で検出された検出信号を、列方向及び行方向に分けて、それぞれ並列同時受信処理を含めた遅延加算処理を行うことにより、遅延加算回路11全体で必要とする遅延回路の数を、 $(M \times K \times N) + (N \times K \times L) = N \times K \times (M + L)$ とすることができ、従来に対して「 $(M + L) / M / L$ 」個に削減することができる。

【0022】すなわち、列方向及び行方向の各微小振動子の素子数M、Nを「M、N=32」とし、列方向及び行方向の並列同時受信チャンネル数K、Lを「K、L=4」とした場合、従来は、 $32 \times 32 \times 4 \times 4 = 16384$ 個の遅延回路を必要とするのに対し、当該第1の実施の形態の3次元超音波診断装置では、 $32 \times 4 (32 + 4) = 4608$ 個に削減することができ、必要な遅延

回路の数を従来の約1/4に削減することができる。

【0023】次に、図2に示す画像処理ユニット12は、このようにして形成された前記「 $K \times L$ 」個の受信信号が供給されると、この受信信号に基づいて3次元画像を形成し、これを表示装置13に供給する。これにより、2次元アレイアローブ2で取り込まれた生体の3次元画像を表示装置13を介してリアルタイム表示することができる。

【0024】以上の説明から明らかなように、当該第1の実施の形態の3次元超音波診断装置は、3次元の走査処理を2段階に分けて行うことにより、3次元画像のリアルタイム表示に用いる並列同時受信処理に必要な遅延回路の数を大幅に削減することができる。このため、当該3次元超音波診断装置の製造コスト及び消費電力を低く抑えることができ、3次元超音波診断装置を、より現実的なものとすることができる。

【0025】なお、上述の第1の実施の形態の説明では、最初に2次元アレイアローブ2の列方向の微小振動子1の検出信号に対して遅延加算処理を施し、次に行方向の微小振動子1の検出信号に対して遅延加算処理を施すこととしたが、これは、最初に2次元アレイアローブ2の行方向の微小振動子1の検出信号に対して遅延加算処理を施し、次に列方向の微小振動子1の検出信号に対して遅延加算処理を施すようにしても上述と同じ効果を得ることができる。

【0026】[第2の実施の形態]次に、本発明の第2の実施の形態の3次元超音波診断装置の説明をする。上述の第1の実施の形態の3次元超音波診断装置は、2次元アレイアローブ2の微小振動子1からの検出信号を、列方向の検出信号及び行方向の検出信号に分けて遅延加算処理を施すことで、必要とする遅延回路の数を削減するものであったが、この第2の実施の形態の3次元超音波診断装置は、全体の検出信号を部分々々の検出信号に分割してそれぞれ第1回目の遅延加算処理を施し、この第1回目の遅延加算処理を施した部分々々の検出信号に対して第2回目の遅延加算処理を施すことで、必要とする遅延回路の数を削減するようにしたものである。なお、上述の第1の実施の形態とこの第2の実施の形態とは、この点のみが異なるため、以下、この差異の説明のみを行い、重複説明を省略することとする。

【0027】すなわち、この第2の実施の形態の3次元超音波診断装置は、図3に示すように2次元アレイアローブ2の各微小振動子1からの検出信号のうち、所定の一纏まりの検出信号毎（部分々々の検出信号毎）に遅延加算処理を施すことで、前記2次元アレイアローブ2の受信チャンネル数より少ないチャンネル数の遅延加算信号を求める部分遅延加算回路20と、この部分遅延加算回路20で形成された遅延加算信号に遅延処理を施し、この遅延加算後の信号同士を加算処理し、複数方向にそれぞれ対応する複数の遅延加算信号を求める遅延加算回

(5) 000-254120 (P2000-254120A)

路21とを有している。

【0028】このような3次元超音波診断装置は、部分遅延加算回路20による遅延加算処理で大まかな方向を決定し、遅延加算回路21による遅延加算処理で、前記大まかに決定した方向の微調整を行うようになっている。具体的には、部分遅延回路20は、遅延加算される素子群の合成超音波指向性が、並列同時受信されるそれぞれの走査方向と略々平行となるように、各超音波振動子の受信信号に対する遅延時間が設定されている。また、遅延加算回路21は、それぞれ対応する走査線に一致するように、当該遅延加算回路21で遅延加算処理した信号に対する遅延時間が設定されている。

【0029】このような3次元超音波診断装置において、2次元アレイプロープ2の各微小振動子1で反射波が検出されると、部分遅延回路20が、前述のように遅延加算される素子群の合成超音波指向性が、並列同時受信されるそれぞれの走査方向と略々平行となるように、所定の部分振動子群毎の検出信号に対してそれぞれ遅延加算処理を施し、これらを遅延加算回路21に供給する。そして、遅延加算回路21が、この遅延加算処理の施されて形成された各部分振動子群毎の遅延加算信号を、対応する走査線に一致するようにそれぞれ遅延加算処理して受信信号を形成し、これを図2に示した画像処理ユニット12に供給する。

【0030】これにより、並列同時受信処理のための遅延加算処理を各部分の検出信号に対して施すことができるため、チャンネル数が少ない状態で並列同時受信処理を行うことができ、必要とする遅延回路の数を削減することができる。例えば、総チャンネル数を1024チャンネル、並列同時受信チャンネルの数を16チャンネル、部分的な検出信号のチャンネル群を16チャンネルとした場合、最初の部分的な検出信号を形成するのに1024チャンネル必要とし、その出力に並列同時受信処理を行うのに $64 \times 16 = 1024$ チャンネル必要とするため、計2048チャンネル分の遅延回路で、当該第2の実施の形態の3次元超音波診断装置を実現できることとなる。従って、この第2の実施の形態の3次元超音

波診断装置では、従来必要としていた遅延回路の数(16384個)の1/8の数に遅延回路の数を削減することができる。

【0031】最後に、上述の実施の形態は本発明の一例である。このため、本発明は、上述の実施の形態に限定されることはなく、本発明に係る技術的思想を逸脱しない範囲であれば、上述の実施の形態以外であっても、例えば設計等に応じて種々の変更が可能であることは勿論である。

【0032】

【発明の効果】本発明に係る3次元超音波診断装置は、3次元画像のリアルタイム表示に用いる並列同時受信処理に必要な遅延手段の数を大幅に削減することができる。このため、装置の製造コスト及び消費電力を低く抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の3次元超音波診断装置に設けられている2次元アレイプロープ及び遅延加算回路を示す図である。

【図2】前記第1の実施の形態の3次元超音波診断装置の全体的なブロック図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態の3次元超音波診断装置に設けられている2次元アレイプロープ及び遅延加算回路を示す図である。

【図4】従来の超音波診断装置に設けられている1次元アレイプロープを示す図である。

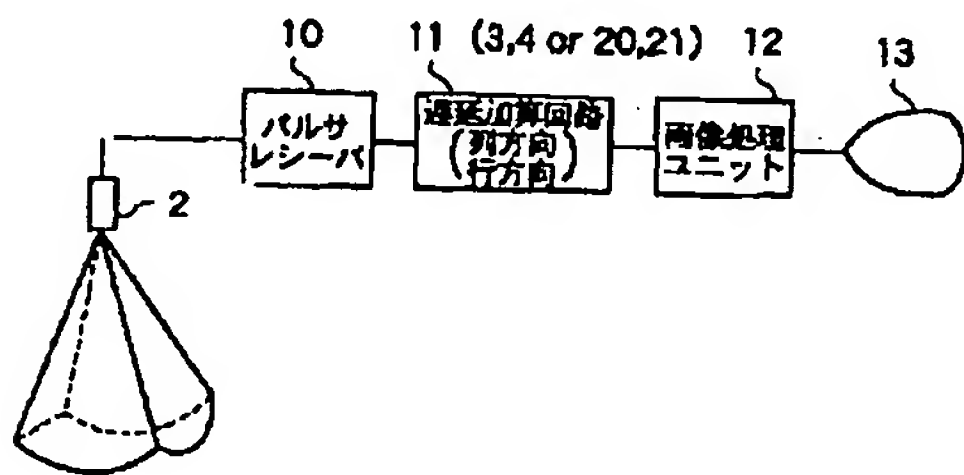
【図5】従来の超音波診断装置における受信動作を説明するための図である。

【図6】従来の超音波診断装置の並列同時受信処理を説明するための図である。

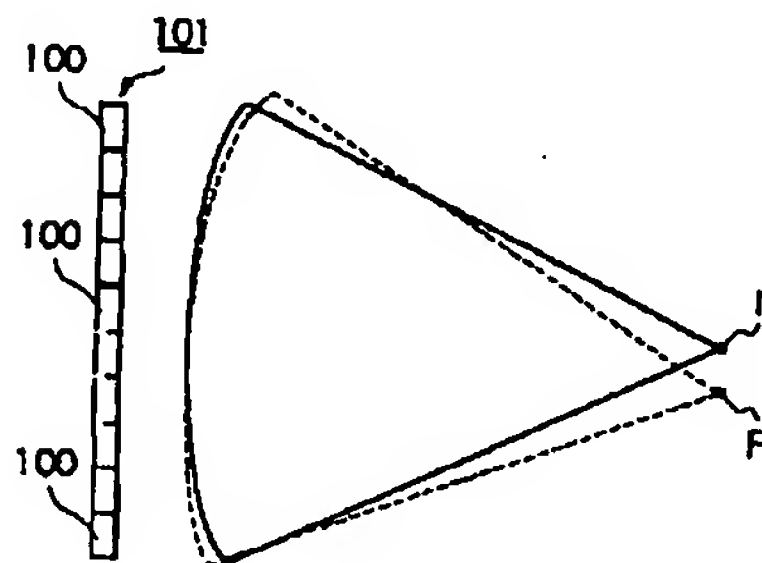
【符号の説明】

1…微小振動子、2…2次元アレイプロープ、3…列方向加算回路、4…行方向遅延回路、10…パルスレシーバ、11…遅延加算回路、12…画像処理ユニット、13…表示装置、20…部分遅延回路、21…遅延加算回路

【図2】



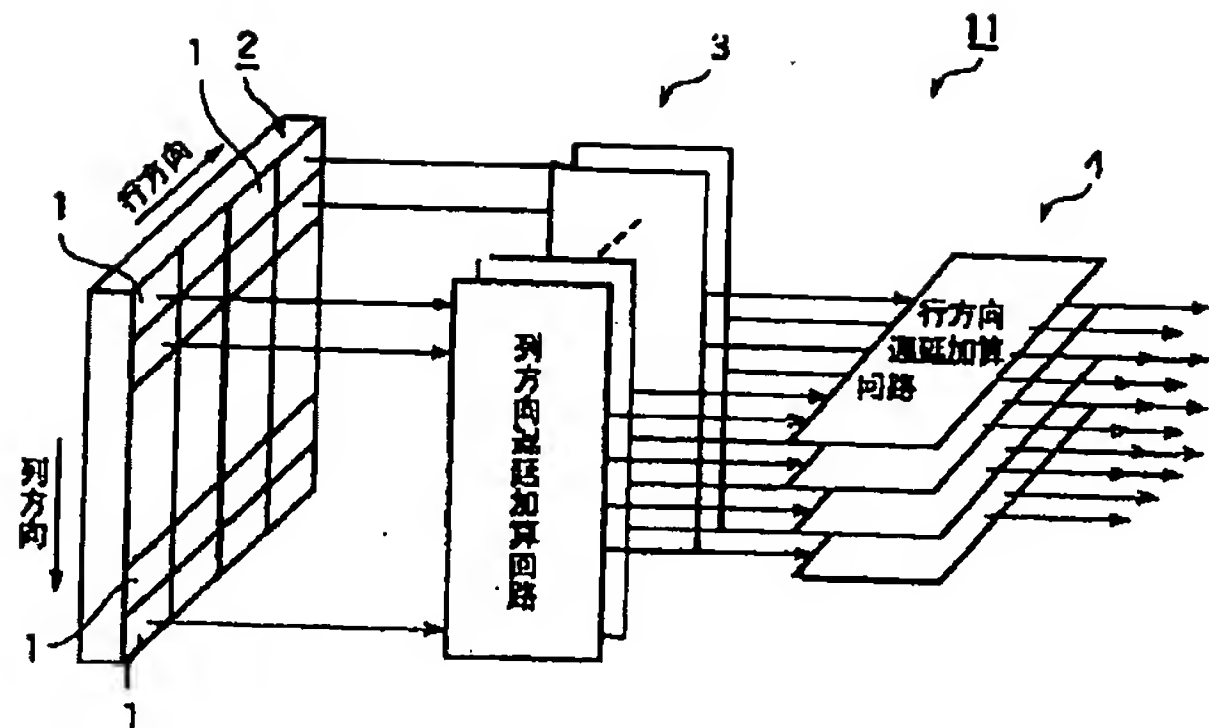
【図4】



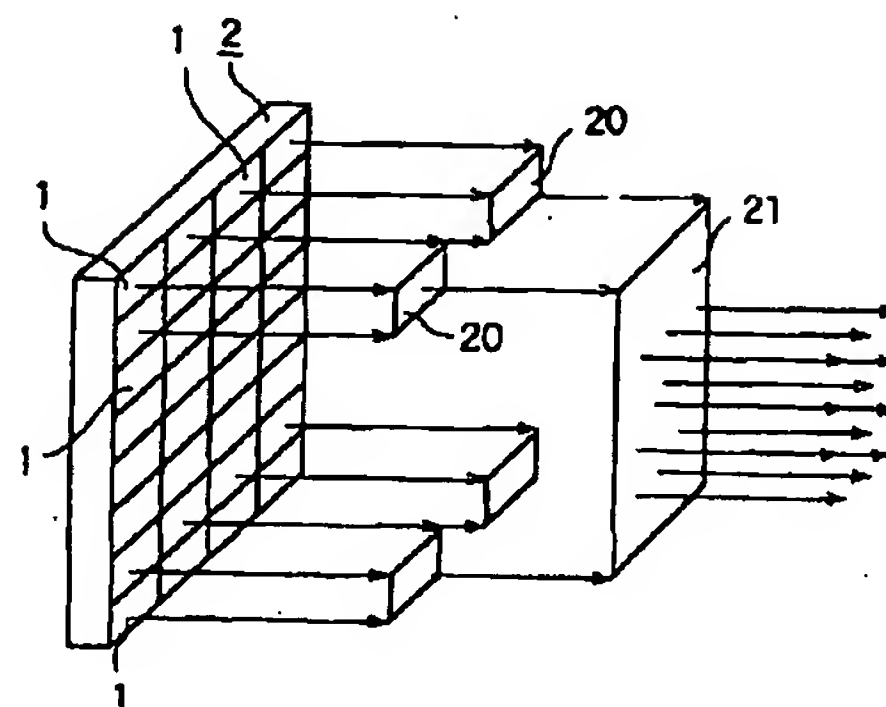
BEST AVAILABLE COPY

:(6) 000-254120 (P2000-254120A)

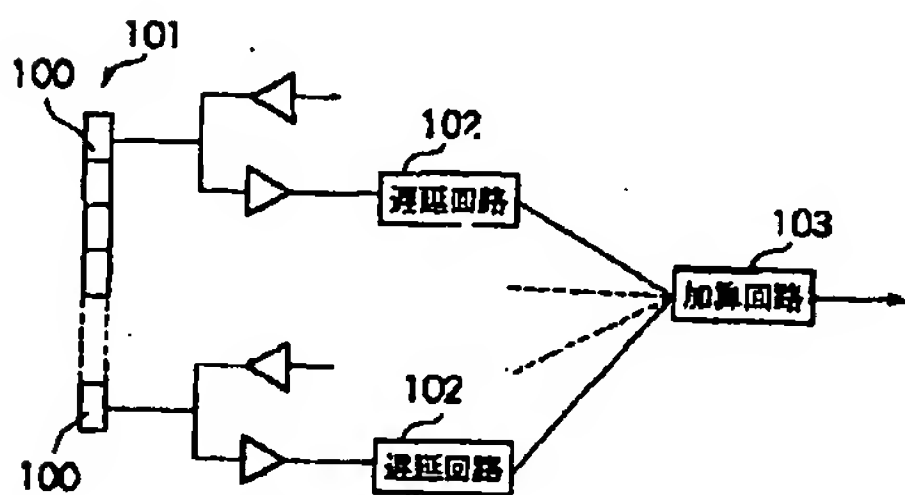
【图1】



【图3】



【图5】



【图6】

